

3G

- 3G je bazirana na **skupu standarda IMT-2000** (*International Mobile Telecommunication-2000*) koje je usvojila ITU
- 3G podražava
 - telefoniju
 - pristup Internetu
 - mobilni
 - fiksni
 - video pozive
 - mobilnu TV
- 3G podržava servise brzine **najmanje 200 kbit/s** (IMT-2000)
 - 3,5G i 3,75G podržavaju *broadband* brzine (npr. 1-2 Mbit/s)
 - brzine prenosa zavise od brzine kretanja korisnika

3GPP, 3GPP2

- U cilju nadogradnje različitih postojećih sistema 1998. formiraju se dve grupe
 - **3GPP** (*3rd Generation Partnership Project*) – razvija sisteme bazirane na GSM-u
 - GPRS
 - EDGE
 - W-CDMA (UMTS)
 - HSDPA
 - kasnije i 4G (E-UTRA – *LTE Evolved UMTS Terrestrial Radio Access*)
 - **3GPP2** (*3rd Generation Partnership Project 2*) – formira se da pomogne razvoj sistema koji koriste CDMA tehniku
 - 1xRTT (*One Times Radio Transmission Technology*) – brzine do 144 kbit/s
 - EV-DO (*Evolution Data Optimized*) – downlink brzine do 2,4 Mbit/s
 - EV-DO Rev. A – downlink brzine do 3,1 Mbit/s
 - EV-DO Rev. B – downlink brzine do 4,9 Mbit/s
 - 4G – UMB (*Ultra Mobile Broadband*) – downlink brzine do 288 Mbit/s

3G standardi

- Postoje mnogi standardi koji se „reklamiraju“ kao 3G
 
 - **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*)
 - početak 2001.
 - koristi se u Evropi, Japanu, Kini (ali različiti interfejsi) i drugim zemaljama gde se koristi GSM
 - *uplink* 1885-2025 MHz, *downlink* 2110-2200 MHz
 - postoji više vrsta interfejsa
 - W-CDMA (najčešće)
 - TD-SCDMA – komercijalizovan 2009. u Kini
 - HSPA, HSPA+ (*Evolved High-Speed Packet Access*)
 - **CDMA2000** – početak 2002.
 - EV-DO, Rev A, Rev B
- Postoje i standardi koji formalno zadovoljavaju IMT-2000 specifikacije i odobreni od ITU kao 3G standardi, ali se obično ne deklarišu kao 3G, već kao posebne tehnologije
 
 - **DECT**
 - **Mobile WiMAX**

UMTS - Universal Mobile Telecommunications System

- **UMTS** koristi wideband code-division multiple access - **W-CDMA** (širokopoljnu tehnologiju višestrukog pristupa sa kodnom podelom) radi pružanja veće spektralne efikasnosti i propusnog opsega.
- **UMTS** zahteva nove bazne stanice i nove alokacije frekvencija
- Za migraciju na **3G UMTS**, **GSM** radio mreže su morale da budu nadograđene na **WCDMA** tehnologiju.
- **Arhitektura osnovne mreže se nije promenila** u odnosu na GSM jer su ranija poboljšanja GSM-a, GPRS i EDGE, već uvela nove mrežne čvorove, SGSN i GGSN, za mogućnost komutacije paketa.
- Ovo je takodje omogućilo povezivanje postojećih 2G baznih pod sistema na upravljački deo UMTS mreže tj. takozvanu “backward” kompatibilnost.
- UMTS mreže su takodje “backward” kompatibilne što se tiče mobilnih uređaja, što znači da se svaki 3G mobilni telefon i dalje može povezati na 2G GSM mreže.

Arhitektura UMTS-a

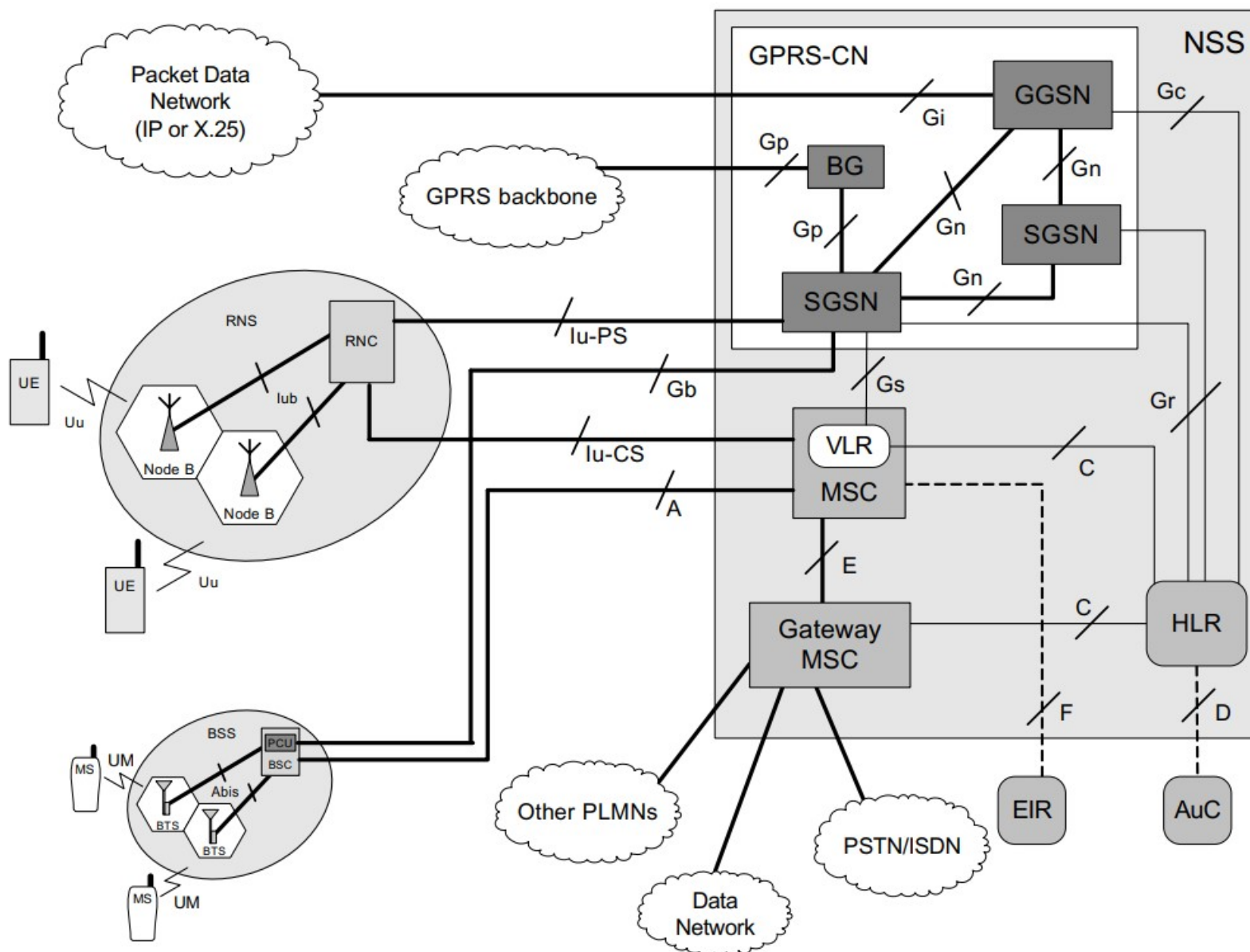
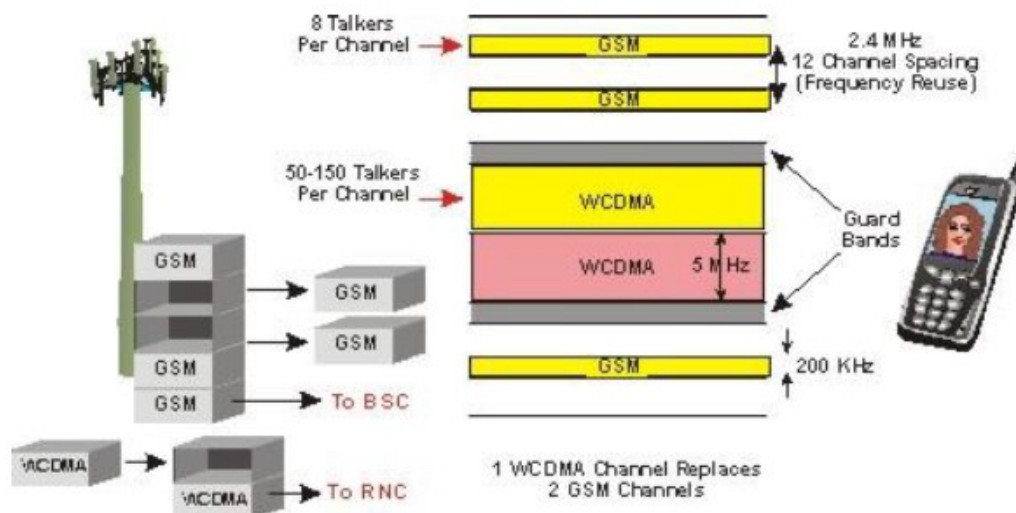


Figure 1.2 UMTS reference network

W-CDMA

- **W-CDMA** (*Wideband – Code Division Multiple Access*)
 - spada (naziva se i) u UMTS tehniku **UTRA-FDD** (*UMTS Terrestrial Radio Access – Frequency-Division Duplexing*)
 - *uplink* 1920-1980 MHz, *downlink* 2110-2170 MHz
 - brzine – **384 kbit/s** (*wide area access*), do 2 Mbit/s (*local area access*)
 - koristi DS-CDMA (*Direct Sequence CDMA*)
 - u svakom smeru se koristi kanal širine 5 MHz
 - zbog ovoga W-CDMA je bio kritikovan da troši mnogo spektra



HSPA

- **HSPA** (*High Speed Packet Access*)
 - poboljšava W-CDMA sisteme
 - predstavlja softversku nadogradnju na W-CDMA (2008. – 90% se *upgrade*-ovalo)
 - sastoji se od
 - **HSDPA** (*High Speed Downlink Packet Access*)
 - do 14 Mbit/s
 - bazira se na prenosu korišćenjem deljenog kanala i modulaciji višeg reda
 - **HSUPA** (*High Speed Uplink Packet Access*)
 - do 5,76 Mbit/s
 - dodaje novi transportni kanal

HSPA+ Downlink

- Evolved HSDPA (HSPA+) mreža sa jednim nosiocem od 5 MHz teoretski može da podrži brzine prenosa do 42 Mbit/s (64QAM + MIMO).
- Dual-Carrier HSDPA sa dva kanala za prijem podataka (opseg udvostrucava sa 5MHz na 10MHz) teoretski može da podrži brzine prenosa do 84 Mbps.

Uplink

Dual-Carrier HSUPA koristi dva kanala za slanje podataka (opseg udvostrucava sa 5MHz na 10MHz) . teoretski može da podrži brzine prenosa do 23 Mbps.

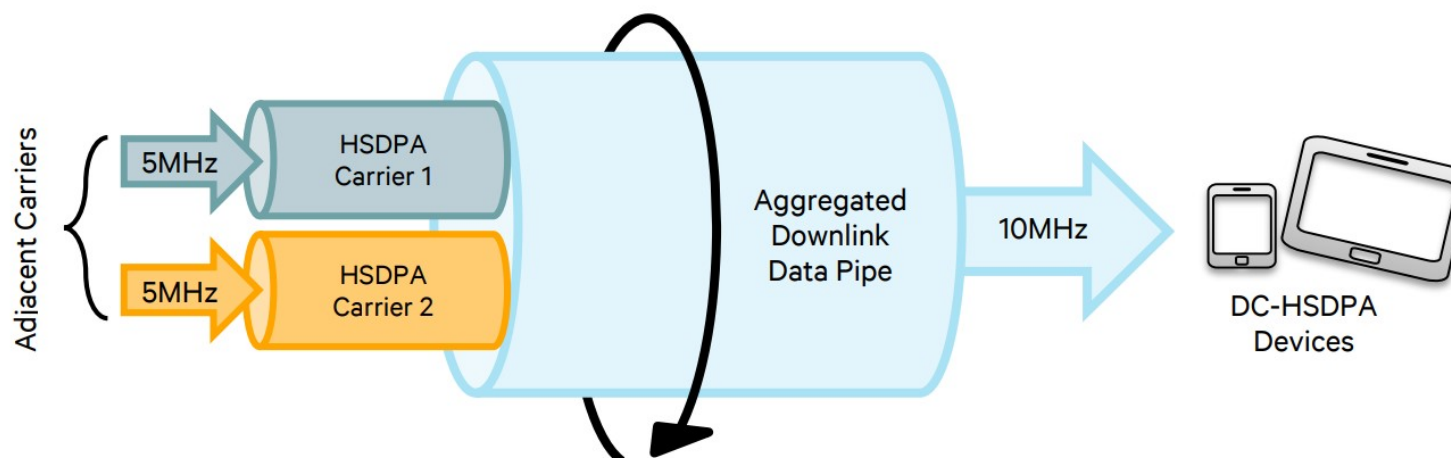


Figure 1 : DC-HSDPA concept

4G sistemi mobilne telefonije

4G treba da omogući karakteristike koje je 2008. definisala ITU-R

- **IMT-Advanced** (*International Mobile Telecommunications-Advanced*)
 - sveobuhvatna „*all-IP*“ mobilna širokopojasna rešenja
 - ne podržava komutaciju kola
 - podrška raznih uređaja (laptop, smart telefoni...)
 - *ultra-broadband* brzine pristupa Internetu
 - IP telefonija
 - mrežne igre
 - *real-time* multimedija
 - QoS
 - HDTV
 - interoperabilnost sa prethodnim sistemima

- *IMT-Advanced* karakteristike
 - brzine
 - 100 Mbit/s kada se korisnik kreće velikim brzinama
 - 1 Gbit/s kada je korisnik relativno stacionaran u odnosu na baznu stanicu
 - dinamička raspodela resursa u cilju podrške velikog broja korisnika
 - skalabilna širina kanala 5-20 MHz, opciono 40 MHz
 - besprekidno povezivanje – *handover* i roming
 - mogućnost ponude multimedijalnog servisa visokog kvaliteta

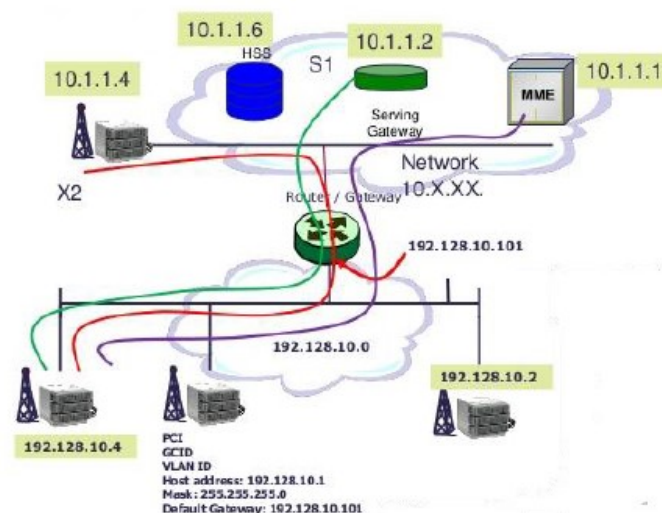
Dva „4G“ sistema je razvijeno krajem 2010-tih:

- **WiMAX** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*)
IEEE 802.16 serija standarda
 - IEEE 802.16e-2005 – osnova *Mobile WiMAX*-a
 - prvi put implementiran u Južnoj Koreji 2007.
 - 2008. – SAD
- **LTE** (*Long Term Evolution*)
 - 3GPP razvio standarde na bazi GSM/EDGE/UMTS/HSPA
 - prva implementacija 2009. u Norveškoj i Švedskoj
 - E-UTRA (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access*) – naziv za radio interfejs u LTE
- 3,9G – prve generacije *Mobile WiMAX*-a i LTE-a nisu bile prave 4G, jer su podržavale brzine znatno manje od 1 Gbit/s
 - međutim, ipak ih smatraju 4G tehnologijama

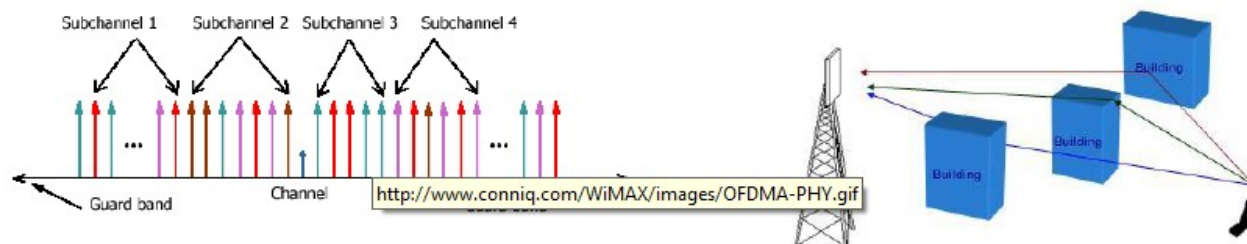
- Kasnije razvijeni *IMT-Advanced* kompatibilni standardi
 - *Mobile WiMAX Release 2*
 - IEEE 802.16m-2011, a menja ga 802.16.1-2012
 - radi na 2,3 GHz, 2,5 GHz, 3,5 GHz
 - širine kanala: 5 MHz, 8,75 MHz i 10 MHz
 - *LTE-Advanced*
 - predložen od strane NTT DoCoMo (Japan)
 - standardizovan 2011. od strane 3GPP
 - radi na 800, 900, 1800, 2100 i 2600 MHz
 - negde definisano i 450 i 3600 MHz
 - širina kanala 5-20 MHz

- 4G

- ne podržava komutaciju kola
 - paketska „all-IP“ mreža



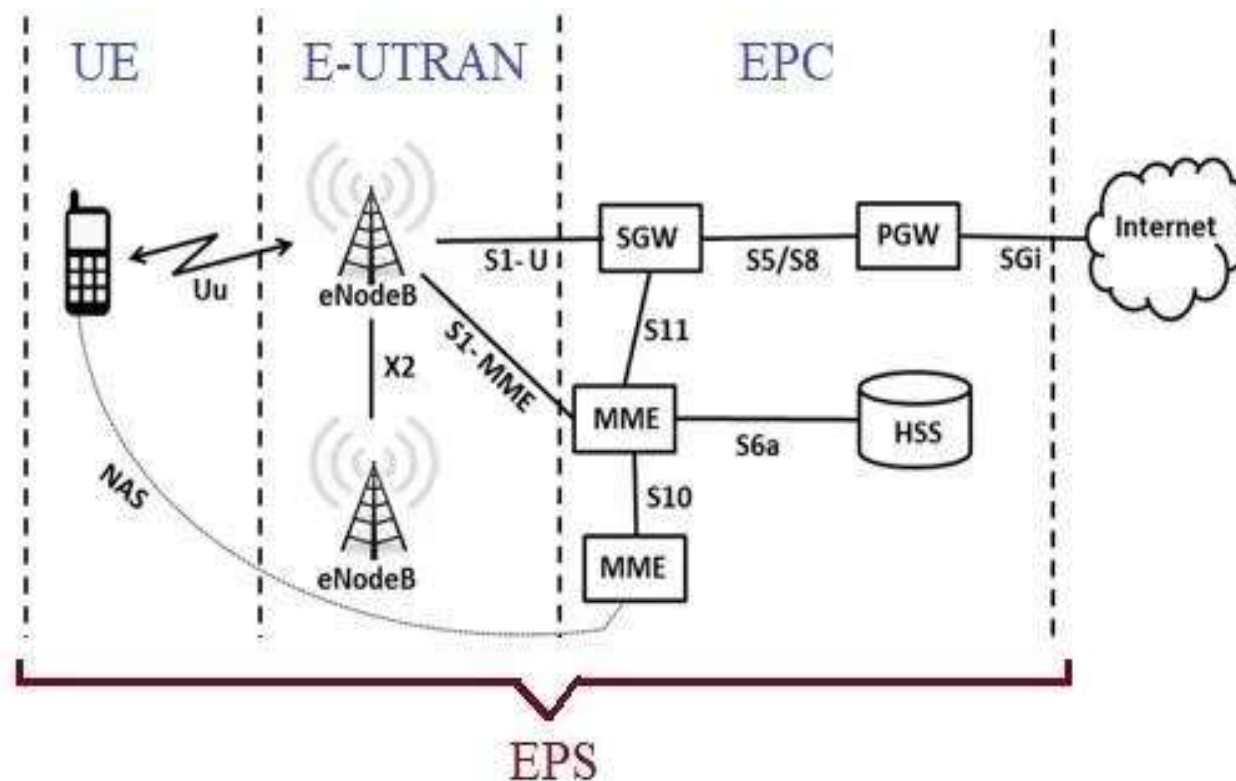
- ne koristi tehniku proširenog spektra DSSS, odnosno CDMA
 - menja je tehnika OFDMA – omogućava velike brzine i pored *multipath* fedinga



- podržava MIMO tehniku i *smart* antene

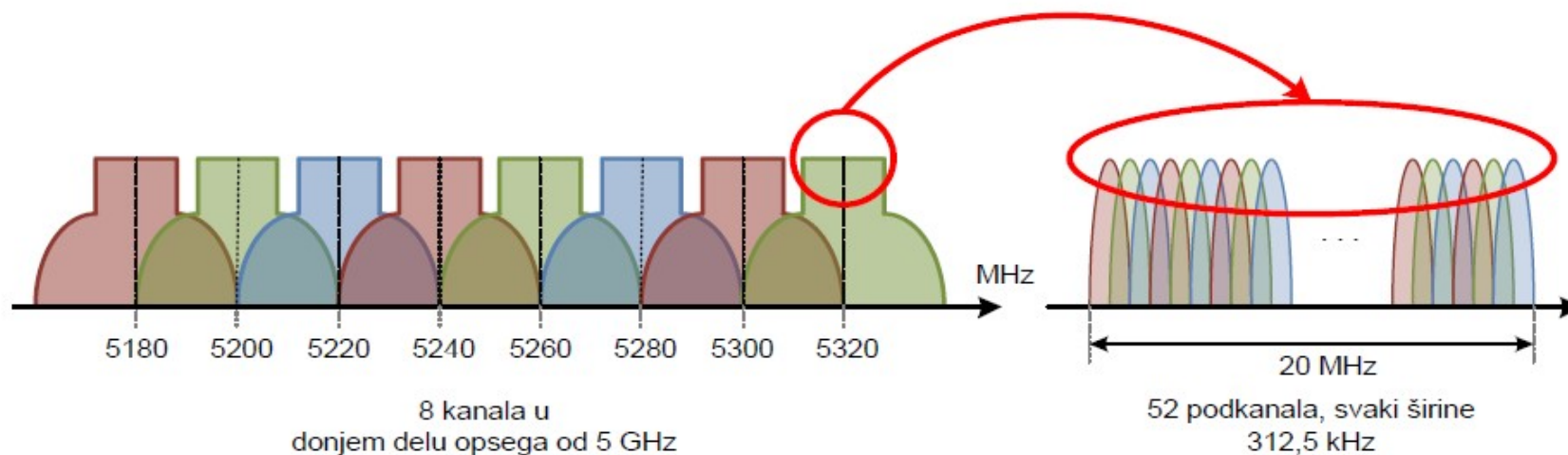
4G Arhitektura

4G mreža se sastoji od dela za radio funkcionalnost i dela za osnovnu funkcionalnost mreže (core network). Radio funkcija je zasnovana na LTE 3GPP standardima, a jezgro mreže je zasnovano na EPC 3GPP standardima.



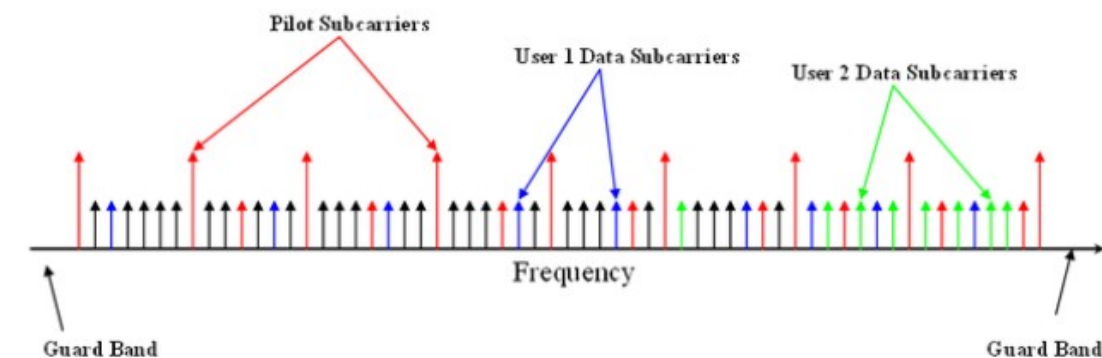
• OFDM

- ukupan opseg se deli na veći broj ortogonalnih podnosilaca
 - između njih se bira odgovarajući frekvencijski razmak
- svaki podnosilac se posebno moduliše i nosi deo podataka
 - tok podataka se deli na N paralelnih tokova
 - npr. 802.11a tok podataka deli na 52 niza bita (4 pilota + 48 podaci)
 - max brzina 54 Mbit/s

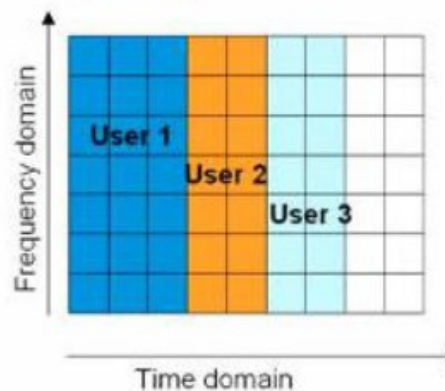


- OFDMA (OFDM Access)

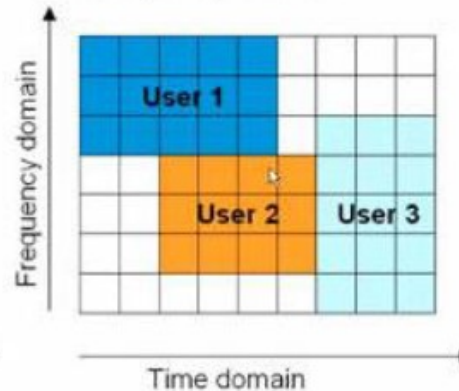
- različiti korisnici koriste različite podkanale u različito vreme



! OFDM allocates users in time domain only



! OFDMA allocates users in time and frequency domain

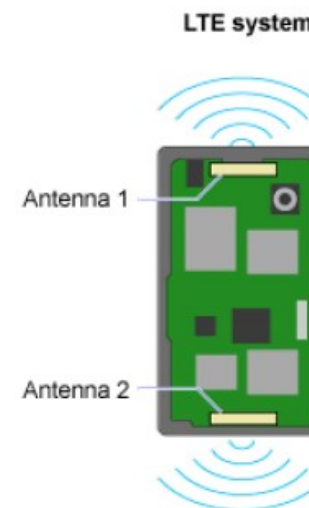
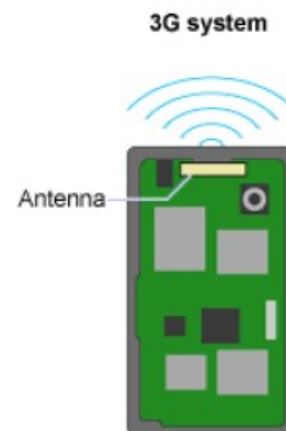


4G ključne tehnologije

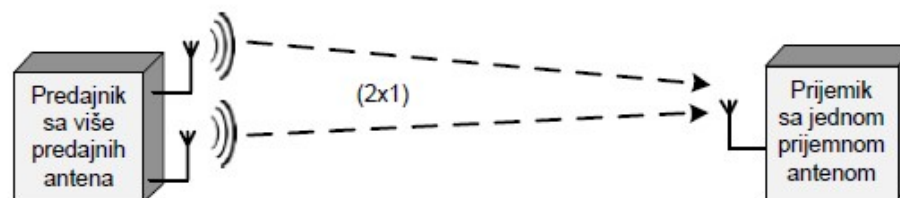
- **MIMO** (*Multiple-Input Multiple-Output*) tehnika
 - koristi više antena koje šalju i primaju podatke u isto vreme
 - koristi različite tehnike kako bi povećao SNR
 - usmeravanje predajnog snopa
 - prostorni diversiti
 - MRC (*Maximal-Ratio Combining*)



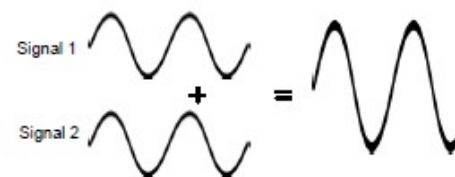
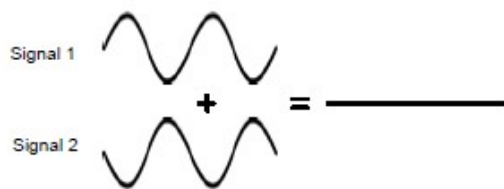
http://salestores.com/stores/images/images_747/AP713166028WR.jpg



- **Usmeravanje predajnog snopa, TxBF (*Transmit Beamforming*)**
 - više predajnih antena poboljšava signal na prijemu



- signali prelaze različite putanje i na prijemu se sabiraju
 - razlika u fazi utiče na snagu primljenog signala – dva ekstrema



- faze na predaji se pažljivo podešavaju kako bi se povećao SNR
 - **predajnik mora dobiti povratnu informaciju od prijemnika**
 - povratne informacije validne kratko vreme (npr. prijemnik se pomera)
 - ne mogu se koristiti u slučaju brodkasta i multikasta

- Prostorni diversiti

- prijemni uređaj poseduje više antena/prijemnika

- prijemnik nezavisno dekodira signale koji stižu na njegovu antenu
 - radio signali sa svih prijemnika se kombinuju
 - korišćenjem složenog matematičkog proračuna dobija se mnogo bolji prijemni signal nego kada se koristi samo jedna prijemna antena ili kada se koristi TxBF tehnika

